

LA BIOQUÍMICA: ¿UNA DISCIPLINA? IMPLICACIONES DEL ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO EN LOS TRABAJOS PRÁCTICOS PARA SU ENSEÑANZA.

BIOCHEMISTRY: A DISCIPLINE? IMPLICATIONS OF EPISTEMOLOGICAL ANALYSIS IN PRACTICAL WORK IN THEIR TEACHING.

**ROZO GONZÁLEZ EDWARD FERNNEY
VALBUENA USSA ÉDGAR ORLAY**

Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias,
Universidad

Pedagógica Nacional.

edwardrozo@gmail.com, edgarorlay@hotmail.com

93

RESUMEN

Se analizan las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores de Ciencias, encontrando la relevancia de describir los referentes epistemológicos de la Bioquímica, dadas sus implicaciones en la realización de trabajos prácticos de laboratorio en procesos de formación docente.

En la revisión realizada, identificamos los principales hitos que han incidido en la consolidación de la Bioquímica como campo de conocimiento, producto de la interacción histórica existente entre la Bioquímica y otras Ciencias Biológicas, como son: la química fisiológica, la enzimología, la neurofisiología, los progresos tecnológicos y metodológicos y los estudios de genética y los errores del metabolismo.

Así, en la descripción y análisis de las guías de laboratorio, se tuvo en cuenta además de los aspectos particulares del Conocimiento Didáctico del Contenido Bioquímico, los elementos epistemológicos del conocimiento disciplinar bioquímico, concretamente en lo relativo a la estructura sustantiva, la estructura sintáctica y la organización de contenidos.

El estudio de las guías de laboratorio muestra una selección de actividades de naturaleza experimental e interdisciplinar. Las prácticas se enfocan hacia el conocimiento de la composición de las estructuras moleculares de lo vivo, e incluyen elementos de introducción a la investigación.

El conocimiento de las estructuras sintáctica, sustantiva de la Bioquímica, y la organización de los contenidos disciplinares, constituyen referentes metadisciplinares importantes en la organización de las prácticas de laboratorio que contribuyen a la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido Bioquímico del formador y del futuro profesor de ciencias.

Consideramos entonces esta perspectiva constituye un aporte a la reflexión acerca de elementos que tienen importancia en la formación de futuros profesores de Ciencias, en lo que se refiere al Conocimiento Profesional del Profesor.

PALABRAS CLAVE: Bioquímica, Epistemología, Estructura Sustantiva, Estructura Sintáctica, Conocimiento Profesional del Profesor.

ABSTRACT

The guides of laboratory used in four initial programs for training teachers of science are analyzed, finding the relevance of describing the epistemological reference of Biochemistry, given its implications for the realization of practical laboratory work in teacher training processes..

In the review, it was identified the major milestones that have affected the consolidation of biochemistry as a field of knowledge, the product of the historical interaction between Biochemistry and other biological sciences. The description and analysis of laboratory guides took into consideration the particular aspects of pedagogical content knowledge in biochemistry Biochemist and epistemological elements of disciplinary knowledge of biochemistry, especially those related to the substantive structure, syntactic structure and content organization.

The study guides lab shows a selection of activities of experimental and interdisciplinary nature. The practices are focused toward the knowledge of the composition of the molecular structures of the living things, and they include elements introductory to the research matter.

Knowledge of syntactic structures, substantive Biochemistry, and the organization of the disciplinary content, are important metadisciplinary concerns concerning the organization of the laboratory practices that contribute to the construction of pedagogical content knowledge of the trainer Biochemical and future teacher science.

Then consideration of this perspective is a contribution to a discussion of elements that are important in training future science teachers in regard to teachers' professional knowledge.

Keywords: Biochemistry, epistemological, substantive structure, syntactic structures, knowledge of the trainer Biochemical and future teacher science.

PROBLEMA

En la revisión realizada sobre trabajos prácticos, no encontramos investigaciones que problematicen la estructuración de las guías de laboratorio. La guía de laboratorio se constituye entonces en una fuente importante de estudio a través de la cual se identifiquen algunos elementos que contribuyan a reflexionar acerca de la formación de futuros profesores de ciencias.

Otro aspecto a considerar es la Bioquímica como campo de conocimiento que se imparte como asignatura en los programas de formación de futuros profesores y de la cual resulta escaso el estudio al respecto de la estructuración disciplinar. Con lo anterior consideramos relevante el planteamiento de cuestionamientos relacionados con *¿Cuáles son las características de la Bioquímica que se enseña a futuros profesores de ciencias mediante las prácticas de laboratorio, analizadas a través de la guía de laboratorio? ¿Cuáles son y cómo se han organizado los contenidos de la Bioquímica? Y ¿Cómo se produce el conocimiento bioquímico?* Para el análisis de las guías de laboratorio de Bioquímica se puede evidenciar la importancia que representa el conocimiento de la estructura sintáctica y sustantiva de la bioquímica y el conocimiento que tenga el profesor acerca de esto. Lo anterior resulta relevante en la estructuración de los contenidos de enseñanza, así como de las actividades por desarrollar en el aula. Consideramos que para el caso de las prácticas de laboratorio, los referentes epistemológicos sobre las Ciencias y en este caso particular, sobre la Bioquímica inciden por ejemplo en el enfoque de los procedimientos, en el planteamiento de las preguntas y en los propósitos, así como en las relaciones entre la teoría y la práctica. En este sentido, para efectos de la caracterización de las guías de laboratorio no basta con identificar el rigor y coherencia de los aspectos teóricos y procedimentales, sino además analizarlos referentes epistemológicos que existen detrás de la estructuración de dichas guías. Al respecto, resultan pertinentes cuestionamientos como: *¿qué importancia representa el análisis epistemológico de la Bioquímica en la estructuración de materiales de enseñanza como las guías de laboratorio? ¿cómo analizar los referentes epistemológicos de la Bioquímica implícitos o explícitos en materiales curriculares como las guías de laboratorio?, cuando se planifican materiales de enseñanza de la Bioquímica, ¿se tienen en cuenta aspectos relativos a la estructura sustantiva y sintáctica de este campo del conocimiento?*

ANTECEDENTES

De la búsqueda realizada se estudiaron artículos relacionados con los Trabajos Prácticos en los que identificamos entre sus principales tendencias como: La innovación (García, *et al* 1997, González, 1992); el desarrollo de habilidades de observación (Bílím *et al* 2009); tipos de trabajo práctico (Álvarez, 2007 y Jiménez *et al* 2006), propuesta de un sistema de categorías (Puentes, 2008); contenidos (Contreras, 2009, Insuasti *et al*, 2000, De ProBueno, 1998, Del Carmen, 1996);

características de los trabajos prácticos(Dourado, 2006); aspectos metodológicos (Baldaia, 2006, Álvarez y Carlino,

CATEGORÍAS	CATEGORÍAS ESPECÍFICAS	
1. CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO	1.1	Natureza
	1.2	Finalidades
	1.3	Aspectos Metodológicos
	1.4	Evaluación
2. CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO DISCIPLINAR BIOQUÍMICO	2.1	Estructura sustantiva
	2.2	Estructura sintáctica
	2.3	Estructura organizativa

Tabla 1. Categorías de análisis para la caracterización de las Guías de Laboratorio utilizadas en la formación de futuros profesores de Ciencias.

En el desarrollo de la investigación otras categorías han emergido, las cuales hacen parte de los resultados. A continuación presentamos cada una de las categorías y las subcategorías de la investigación

CATEGORÍA 1. CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC)

De acuerdo con Valbuena (2007), el CDC corresponde al conocimiento que posee el profesor para poder integrar y transformar didácticamente los saberes y conocimientos que confluyen en el aula de clase cuando se enseña determinado contenido y que hace posible la construcción del conocimiento escolar. El CDC es epistemológicamente diferenciado y comprende diferentes componentes referidos a la enseñanza (finalidades, dificultades, estructuración de contenidos, estrategias, características de los estudiantes y su proceso de aprendizaje, y evaluación).

CATEGORÍA 2: EL CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO DISCIPLINAR (EQUIVALENTE AL *SUBJECT MATTER*)

Para enseñar, el profesor requiere transformar lo comprendido de determinado cuerpo de conocimientos de una disciplina; esta capacidad reposa en el conocimiento profundo, flexible y cualificado del Conocimiento del Contenido Disciplinar. En esta categoría de estudio se tiene como referente a Schwab, (1973) y sus planteamientos acerca de la estructura de las disciplinas (Sustantiva, sintáctica y organizativa).

RESULTADOS

ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BIOQUÍMICA.

En la revisión realizada, identificamos los principales hitos que han incidido en la consolidación de la Bioquímica como campo de conocimiento, producto de la interacción histórica existente entre la Bioquímica y otras ciencias biológicas, como son: -Desde la química fisiológica: Félix Hoppe-Seyler en Tubinga desde 1861 y en Estrasburgo desde 1872; uno de los fundadores de la química fisiológica y Franz Hofmeister en Praga desde 1883 y de 1896 hasta 1918 en Estrasburgo.

-Desde la enzimología: A partir de los estudios realizados por Emil Fischer entre otros.

-Desde la neurofisiología: Con descubrimientos acerca de la composición y los mecanismos de acción de las vitaminas y hormonas.

-Como también los progresos tecnológicos y metodológicos a partir de la teoría de las partículas elementales de la materia y

-Los estudios desarrollados desde la genética y los errores del metabolismo, realizados por E. Archibald Garrod.

Lo anterior demarca gran importancia ya que el desarrollo y aporte han sido mutuos, si bien es cierto que otras ciencias han contribuido al desarrollo de la Bioquímica, es también relevante conocer que esta ha impulsado de manera considerable el desarrollo y avance de las demás ciencias y disciplinas, particularmente las biomédicas. De igual manera, identificamos algunos conceptos que consideramos únicos de la producción del conocimiento bioquímico a través de las relaciones que establece con otras ciencias. Estos son:

-Las relaciones existentes entre el metabolismo, las bases moleculares y las enfermedades, las enzimas como biocatalizadores y procesos de regulación.

-La investigación bioquímica para la regulación metabólica del organismo y la comprensión de las causas moleculares de numerosas enfermedades.

-El desarrollo de técnicas diagnósticas de laboratorio y el empleo de medicamentos en el tratamiento de determinadas afecciones son ejemplos de la aplicación directa de esta ciencia a la práctica médica.

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO DE BIOQUÍMICA.

Teniendo presente que esta investigación se ubica en el marco referencial del Conocimiento Profesional del Profesor (en adelante CPP), relacionamos la estructuración de guías de Laboratorio para la enseñanza de la Bioquímica en la formación inicial de futuros profesores de ciencias, con la caracterización del

conocimiento disciplinar bioquímico. Para ello, acogemos el modelo propuesto por Schwab (1978), el cual ha sido reconocido por investigadores del CPP como Grossman (1990).

En dicho enfoque se destacan los siguientes elementos del conocimiento disciplinar: La estructura sustantiva y la estructura sintáctica. En relación con las categorías, inicialmente presentamos los análisis de la categoría 1. Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), Tabla 2.

CATEGORÍA 1. Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)	
1.1. NATURALEZA (Clases de TP y Relación Teoría Práctica)	<u>Aplicación de técnicas</u> Ejemplos: *Técnica Prueba de Molisch para identificar carbohidratos *Técnica Reconocimiento de polisacáridos *Técnica para reconocimiento de ácidos nucleicos <u>Relaciones</u> Ejemplos: Relación práctica-teoría Relación práctica teoría Consulta y análisis Relación teoría-práctica y cotidianidad
1.2. FINALIDADES (objetivos planteados en cada práctica de laboratorio)	<u>Desarrollo de habilidades</u> <u>Preparación de las muestras</u> Reconocimiento de proteínas (Aplicación de la técnica) Reconocimiento de carbohidratos (Aplicación de la técnica) Solubilidad de los lípidos Reconocimiento de ácidos nucleicos
1.3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	<u>Aplicación de protocolos</u> Ejemplos: Técnicas, Pruebas cualitativas, Reconocimiento de proteínas, Reconocimiento de carbohidratos, Solubilidad de los lípidos, Reconocimiento de ácidos nucleicos
1.4. EVALUACIÓN	Relación práctica-teoría Consulta y análisis Relación teoría-práctica y cotidianidad

Tabla 2. Categoría CDC y categorías específicas

Respecto a la **Naturaleza** del trabajo práctico de laboratorio a través de la guía de laboratorio, mayoritariamente enfatizan en la aplicación de técnicas, constituyéndose la práctica como la aplicación o la corroboración de la teoría trabajada en las sesiones de clases. Algunos ejemplos de estas prácticas están representados en la aplicación de técnicas instrumentales para el reconocimiento e identificación de biomoléculas como carbohidratos, polisacáridos y ácidos nucleicos. Minoritariamente, algunas prácticas de laboratorio presentan actividades que relacionan la práctica con la teoría y con la cotidianidad.

Las **Finalidades** de la práctica de laboratorio enfatizan en el desarrollo de habilidades cognitivas tales como reconocer, verificar y analizar. Algunas guías contemplan el desarrollo de habilidades procedimentales tales como la preparación de muestras y el seguimiento de protocolos.

Acerca de los **aspectos metodológicos**, se plantean como formas de proceder al enseñar la Bioquímica desde un **enfoque expositivo** planteando procesos algorítmicos a través de los cuales los estudiantes comprueban o corroboran aquellos datos que han sido expuestos por su profesor, buscando que los estudiantes desarrollen algunas habilidades en el manejo y/o manipulación de materiales y técnicas de campo o de laboratorio. En contraste, en otras guías tratan de situar al estudiante en un contexto similar al de un científico, bajo guía del docente, quien acompaña el proceso y en determinado caso puede tomar parte en su planteamiento, preparación, realización, análisis y socialización. En lo que atañe al **Conocimiento del Contenido Disciplinar Bioquímico**, concretamente lo relacionado con **la Estructura sintáctica**, en las guías de laboratorio se vislumbran algunos de los procedimientos de análisis cualitativo en muestras biológicas, se identifican los componentes de dicho material objeto de estudio de la Bioquímica; en algunas prácticas se evidencia el enfoque de experimentos en los cuales se manejan variables así como la comparación de un grupo control y varios grupos experimentales. Sin embargo, una proporción considerable de guías están orientadas a la aplicación de técnicas para el reconocimiento de biomoléculas, lo cual llama la atención, en el sentido de qué imagen de Bioquímica se pueden proyectar los futuros profesores a los que están dirigidas estas actividades.

En lo que atañe a los contenidos abordados, en su mayoría corresponden a las biomoléculas (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), llamando la atención que prácticamente no se problematiza respecto a aquellos conceptos propios de la Bioquímica tales como las enzimas y la regulación metabólica.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, STELLA, M y CARLINO, P, (2004): *La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en Biología*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 22(2), pp. 251–262

AVI, H y LUNNETA, V, (2003): *El laboratorio en la Educación de Ciencias: Fundamentos para el siglo XXI*. Science Teacher Education, Wiley Periodicals.
Inc. Wiley Periodicals. Inc.

BARBERÁ, O y VALDÉS, P, (1996): *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. Una revisión*. Revistas Enseñanza de las Ciencias, 14 (3), pp. 365-379.

BÖLÜM, EĞİTİMİNDE GÖZLEMİN GÜCÜNÜ GELİSTİRMELİK DÜŞÜN BİR
ÖĞRETİM STRATEJİSİ, (2009): *Desarrollar una estrategia para la enseñanza de la energía* Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Eğitim Fakültesi Dergisi. 2009, 28, 105-119

CERDA, H, (2005): Los elementos de la investigación. Editorial Buho, Bogotá.
CONTRERAS, P. (2009): *El conocimiento disciplinar en ciencias naturales de los futuros profesores de EGB de la universidad de Santiago de Chile, una contribución al conocimiento profesional*. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias.

100

DE JONG O, (1998): *Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones*. Revista de Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), pp. 305-314.

DEL CARMEN, L, (2000): *Actividades de laboratorio. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. N°9. pp. 124-130. 2° Edición. Horsori. Universitat de Barcelona, España.

DE PRO BUENO, ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? Revista Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), pp. 21-42.

DÍAZ, J y JIMÉNEZ, M, (1997): *La indagación en las clases prácticas de biología: El uso del microscópico*. Revista Enseñanza de las Ciencias Número extra, V Congreso, pp. 333-335.

GALLET, C, (1998): *Problem-Solving teaching in the chemistry Laboratory: Leaving the cooks...* en Journal of Chemical Education, 75 (1), pp. 72-77.

GARCÍA, B; MARTÍNEZ, L, y MONDELO A, (1998): *Hacia la innovación de las actividades prácticas en la formación del profesorado*. Revista Enseñanza de las Ciencias. 16 (2), pp. 353-366.

GARCÍA, S, MARTÍNEZ, C, MONDELO, A, VEGA, (1995): *El trabajo práctico. Unaintervención para la formación de los profesores*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 13(2), pp. 203-209.

GARCÍA, S, et al (1997): *El trabajo práctico desde la formación permanente. Presentación de una intervención concreta*. Revista Enseñanza de las ciencias, Número extra. V Congreso, pp. 107-108.

GIL, D y VALDÉS, P, (1996): *La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 14, (2), pp. 155-163.

GONZALEZ, E, (1992): *¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?* Revista Enseñanza de las Ciencias, 10 (2). pp. 206-211

HODSON, D, (1994): *Hacia un enfoque más crítico del trabajo práctico*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), pp. 299-313.

INSUASTI, M, (1997): *Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad*. Revistas Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), pp. 123-130.

101

IZQUIERDO, M, SANMARTÍ, N y ESPINET, M, (1999): *Fundamentación de las prácticas escolares de Ciencias experimentales*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 17 (1). pp. 45-59.

JAMIE N; CHARLES W y CHRISTINA V, (2009) *Principled Reasoning About Problems of Practice*. Science Teacher Education, Willey Periodicals, Inc.

KIRSCHNER & MEESTER (1988): *El laboratorio en la educación científica superior: Problemas, locales y objetivos*. Higher Education 17, pp. 81-98. Kluwer Academic Publishers - Printed in the Netherlands.

LIRAS, M, (1985): *Didáctica de la Bioquímica a través del método científico*. Revistas Enseñanza de las Ciencias, pp. 96-99.

MERINO, M; INSUASTI, J y GARCÍA, P., (2003): *Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V*. Revistas Electrónica de las Ciencias, Vol 2, N° 1

MIGUENS, M y GARRET, R., (1991): *Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 9 (3), pp. 229-236.

PUNTES, M., (2008): *Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del Trabajo Práctico en la enseñanza de la Biología*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Enseñanza de la Biología. Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá D.C.

SANDÍN, M., (2003): *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: Mc Graw Hill.

SCHWAB, J, (1973): Problemas, tópicos y puntos de discusión; en Elam S, La educación y la estructura del conocimiento, Buenos Aires, Ateneo.

TAMIR, P., (1989): *Training teachers to teach effectively in the laboratory, Science teacher education*, 73 (1), pp. 59-69.

VALBUENA, E. (2007): El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad